

PUB-NO: FR002572798A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: FR 2572798 A1

TITLE: Heat exchanger with plates of the <<fin-plates>> type  
and its method of manufacture

PUBN-DATE: May 9, 1986

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
ANGIBAUD JEAN JACQUES	FR

APPL-NO: FR08417038

APPL-DATE: November 8, 1984

PRIORITY-DATA: FR08417038A ( November 8, 1984)

INT-CL (IPC): F28D001/03

EUR-CL (EPC): F28D001/03 ; F28F001/28

US-CL-CURRENT: 29/890.039

ABSTRACT:

The invention relates to a heat exchanger consisting only of a stacking of plates formed by stamping, which have the distinctive feature of creating, in one single piece, two distinct elements such as the plate and the fin. These plates comprise a series of packing elements 1 which fit into each other over a limited depth, so as to form the channels for the liquid 2 and gas 3 circuits. The parts between the packing elements form the fins 4 which may or may not be equipped with shutters 5. Two end plates make up the casing 6 and 7. The assembly is simple and is carried out in one single operation of soldering or welding, in particular for aluminium, stainless steel, plasticised steel.

Heating convectors, exchangers having a large exchange surface for air conditioning or for recovering heat over air or smoke, exchanger for the motor or other industries. <IMAGE>

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication : **2 572 798**  
(à utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **84 17038**

(51) Int Cl<sup>4</sup> : F 28 D 9/00; B 21 D 53/04; F 24 H 3/10; F 28 F 3/04.

(12) **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

**A1**

(22) Date de dépôt : 8 novembre 1984.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 19 du 9 mai 1986.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

(71) Demandeur(s) : *ANGIBAUD Jean Jacques*. — FR.

(72) Inventeur(s) : Jean Jacques Angibaud.

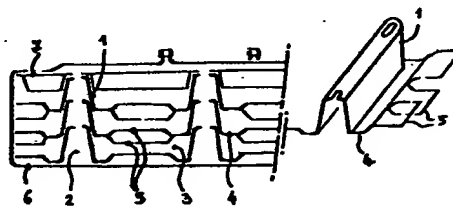
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) :

(54) Echangeur de chaleur à plaques du type à « plaques-ailettes » et son procédé de fabrication.

(57) L'invention concerne un échangeur de chaleur constitué uniquement par un empilage de plaques formées par emboutissage, qui ont la particularité de réaliser en une seule pièce, deux éléments distincts tels que la plaque et l'ailette. Ces plaques comportent une suite de décaissements 1 qui s'emboîtent les uns dans les autres sur une profondeur limitée, afin de constituer les canaux des circuits liquide 2 et gaz 3. Les parties entre décaissement constituent les ailettes 4 munies ou non de persiennes 5. Deux plaques extrêmes forment l'enveloppe 6 et 7. L'assemblage est simple et se fait en une seule opération de brasage ou soudure, notamment pour aluminium, acier inoxydable, acier plastifié.

Convecteurs de chauffage, échangeurs à grande surface d'échange pour la climatisation ou la récupération de chaleur sur air ou fumée, échangeur pour l'automobile ou l'industrie.



FR 2 572 798 - A1

La présente invention concerne un nouveau type d'échangeur de chaleur, qui est intermédiaire entre le tube à ailettes et le radiateur de chauffage classique. Il est également proche des types d'échangeur à plaques munis de dissipateurs de chaleur ou de certains types d'échangeurs à ailettes destinés au domaine de l'automobile.

Les tubes à ailettes, largement utilisés pour les échanges thermiques entre liquides et gaz, posent néanmoins quelques problèmes, exposés ci-après et qui limitent leur efficacité ou leur champ d'application:

- Dans un tube à ailettes, l'échange thermique est avec flux croisés, donc moins efficace qu'avec les flux à contre-courant.

- Les ailettes sont généralement serties sur le tube pour une raison de coût, ce qui crée une résistance à la conduction de la chaleur au niveau de leur contact sur le tube ; phénomène accentué dans les cas de refroidissement du gaz, où les ailettes se dilatent alors plus que le tube.

Les tubes à ailettes extrudées dans la masse résolvent ce problème, mais sont d'un coût élevé avec un rapport de surface ( liquide/gaz ) limité.

- Le système de collecteurs nécessaire pour les tubes ailetés réunis en batterie est encombrant et onéreux. La perte de charge sur le circuit liquide augmente de façon importante quand on multiplie le nombre de rangs de tubes ailetés, avec des répercussions non négligeables, notamment sur les coûts d'exploitation .

Les radiateurs de chauffage classiques, réalisent un échange à contre-courant, mais, ont des surfaces d'échange égales ou presque, côté gaz et côté liquide. Les nouveaux modèles comportent des ailettes coulées dans la masse ou rapportées par soudure, ce qui améliore l'efficacité, mais avec un coût demeurant élevé.

Les échangeurs à plaques utilisés pour l'échange thermique entre gaz et liquide, notamment pour les radiateurs d'automobile, comportent des dissipateurs de chaleur, constitués par des tôles ondulées, prises en sandwich entre des plaques, dans le circuit gaz, et qui remplissent

le rôle d'ailettes.

La technologie de ces appareils, basée sur l'interposition de barrettes destinées à maintenir l'écartement des plaques et à déterminer les canaux de circulation des 2 fluides, donne un appareil plus hétérogène que l'échangeur selon l'invention.

Les échangeurs constitués d'ailettes embouties où les tubes sont remplacés par des collets emboîtés les uns dans les autres, ont sensiblement les mêmes caractéristiques que les tubes à ailettes classiques avec notamment des flux croisés.

L'originalité de l'échangeur de chaleur selon l'invention, est dans la conception des plaques qui le constituent. Cette conception est basée sur une composition sélective des principes développés pour les appareils cités dans ce qui précède, son but est d'optimiser les avantages et d'éliminer ou de réduire les inconvénients que présentent ces appareils.

Dans la description qui suit, les formes des plaques représentées sur les dessins annexés, sont données à titre d'exemples non limitatifs.

L'échangeur de chaleur selon l'invention est caractérisé en ce qu'il est constitué uniquement d'un empilage de plaques présentant une suite de parties en décaissement destinées à former le circuit liquide, alternant avec des parties planes, généralement munies de persiennes et constituant le circuit gaz.

La particularité essentielle des plaques constituant l'échangeur selon l'invention, est de réaliser avec une seule pièce, deux éléments distincts, tels que la plaque et l'ailette.

Dans cette configuration, la plaque permet l'échange thermique à contre-courant et la possibilité d'un contact long entre les fluides, et l'ailette présente une grande surface d'échange. De plus, toutes les fonctions nécessaires à l'élaboration de l'appareil sont également assurées, conférant à celui-ci une grande efficacité et un coût parti-

culièrement bas pour les appareils découlant du standard d'emboutissage et à fortiori pour les fabrications en grande série .

La Fig. 1 est une représentation en perspective  
5 d'une de ces plaques, qui sont toutes identiques, en dehors des deux plaques d'extrémité.

La Fig. 2 est une coupe transversale de l'échangeur selon l'invention, montrant l'empilage des plaques et mettant en évidence l'emboîtement des parties en décaissement (1) . Ces décaissements présentent un angle de dépouille ( $\alpha$ ) sur leurs côtés latéraux, qui limite la profondeur des emboîtements, en sorte que leurs côtés latéraux assurent : le maintien de l'écartement des plaques, la séparation des circuits liquide/gaz, d'où résulte, d'une part  
10 la formation des canaux du circuit liquide (2) dans les intervalles ainsi produits entre les fonds des décaissements et d'autre part, la formation des canaux du circuit gaz (3) dans les intervalles produits — entre les ailettes. Enfin ces côtés latéraux assurent la surface de contact  
20 entre les plaques permettant l'assemblage étanche de l'ensemble par une opération simple de brasage, soudure ou collage suivant la nature des matériaux constituant les plaques

Les parties planes alternant avec les canaux, constituent les ailettes (4) de dissipation ou de réception de chaleur dans le circuit gaz. Suivant les cas d'application, elles peuvent comporter des persiennes (5) obtenues dans l'opération d'emboutissage et, qui ont le triple but d'améliorer le rendement de l'échange thermique et de réduire les contraintes de dilatation, ces dernières étant  
30 sensibles pour les cas de températures élevées ou de grande longueur des canaux, enfin de faciliter l'emboutissage des décaissements, en permettant aux ailettes de libérer une partie de leur matière.

La Fig. 3 est une coupe longitudinale des ailettes montrant le profil des persiennes et notamment leur alternance de part et d'autre du plan de l'ailette. Ce profil peut être parallèle à la plaque ou avec un léger angle d'incidence.  
35

La Fig. 4 est une coupe transversale montrant des formes de persiennes dans 4 solutions non limitatives. Les solutions a et b présentent un profil parallèle à la plaque, les solutions c et d dérivant des 2 précédentes, offrent un léger angle d'incidence créant des turbulances dans le flux du gaz pour améliorer le rendement des ailettes. La solution e est simplement une onde qui augmente la surface de l'ailette et facilite l'opération d'emboutissage du décaissement.

Dans les cas où l'on craint l'encrassement, avec nécessité de ramonage, les ailettes peuvent comporter seulement des ondulations obtenues à l'emboutissage.

La profondeur des décaissements peut être augmentée de façon à ce que l'emboîtement se fasse sur une longueur supérieure au pas d'écartement des plaques, afin d'obtenir un chevauchement des côtés latéraux, créant une paroi multi-épaisseur, brasée, soudée ou collée et frettée par les plaques elles-mêmes, augmentant sensiblement la résistance à la pression de circuit liquide. Cette disposition est particulièrement intéressante dans le cas de plaques de faible épaisseur (par exemple 0,1 mm ou plus). Elle est mise en évidence par la Fig. 5.

La Fig. 6 est une coupe longitudinale sur le circuit liquide. Elle montre les canaux (2) munis à leurs extrémités des orifices qui constituent les collecteurs de distribution secondaires (8).

L'empilage des plaques fait que les fonds des canaux quant à eux, constituent des ailettes de dissipation ou de réception de chaleur dans le liquide, comme le montrent les Fig. 2 et 6.

Les Fig. 2 et 6, montrent aussi que toutes les plaques constituant l'échangeur selon l'invention, sont identiques en dehors des deux plaques extrêmes (6) et (7). Ces dernières comportent les collecteurs principaux (9). Aller et Retour, du circuit liquide, munis des orifices pour le raccordement de l'échangeur. Ces collecteurs sont obtenus par emboutissage, soit directement dans les plaques soit en pièces rapportées et brasées sur les plaques.

La position des collecteurs généraux peut être sur les côtés opposés de l'échangeur, pour une distribution équilibrée dans les canaux, ou sur un même côté pour des facilités d'installation.

5 Les plaques extrêmes (6) et (7) constituent également l'enveloppe de l'échangeur, soit à elles seules avec un pliage, soit en combinaison avec 2 autres tôles possédant deux bords retombés Fig.7. Cette enveloppe se présente alors comme un gainage qui peut être muni, à chaque  
10 extrémité de moyens de fixation, notamment de brides, permettant son raccordement sur un autre appareil ou sur un réseau de gaines de ventilation par exemple.

La plaque (7) comporte des décaissements (10) dont  
15 le but est d'égaliser le dernier intervalle entre plaques Fig.2, et de fretter les derniers canaux du circuit liquide. Cette enveloppe peut également constituer la jaquette (6) d'un convecteur de chauffage, représenté par les Fig. 10 a b c et dont la description est détaillée comme application  
20 de l'invention au chapitre "Procédé de fabrication".

L'alternance des canaux et des ailettes peut se répéter autant de fois qu'il est nécessaire pour obtenir de grandes surfaces d'échange. Leurs dimensions et proportions peuvent également être adaptées, lors de la conception  
25 de l'échangeur, aux caractéristiques des fluides, des matériaux constituant les plaques et des cotes d'encombrement imposées. La longueur des canaux est calculée suivant les données du problème d'échange posé. Ils peuvent être notamment de grande longueur pour les cas d'échange avec  
30 faible  $\Delta t$ ; cependant pour les problèmes courants, ces longueurs seront standardisées pour des raisons de coût d'emboutissage. Enfin le nombre de plaques est la troisième variable permettant l'ajustement de la puissance de l'échangeur aux données du problème.

35 Selon une variante, l'appui entre les décaissements pour le maintien de l'écartement des plaques, peut se faire sur les arrondis intérieurs et extérieurs de ceux-ci, comme indiqué sur la Fig. 8.

Les exemples d'application, de matériaux de constitution et de procédé de fabrication, donnés ci-après, ne sont pas limitatifs.

5 Le procédé de fabrication commence par l'emboutissage des plaques qui peut se réaliser sur presse automatique à partir de tôles en bobine, de largeur correspondant à la longueur des plaques prises dans le sens longitudinal des canaux.

10 La Fig.9 montre le principe des phases de l'opération d'emboutissage sans s'étendre sur cette technique bien connue. L'outil de presse utilisé est du type "Outil à suivre", avec positionneur de bande, il réalise à chaque positionnement les 4 phases suivantes :

15 Phase 1 - Descente de la matrice de maintien (1) dans le décaissement précédent, pour assurer un écartement précis des décaissements.

20 Phase 2 - Descente des guides de flancs (2) et des matrices (3) pour l'exécution des persiennes ou de l'onde sur les futures ailettes, puis dégagement immédiat des matrices (3).

25 Phase 3 - Descente du guide de flanc (4) et de la matrice (5) pour l'exécution du décaissement ; l'appel de matière étant alimenté par la diminution de l'amplitude des persiennes, ou de l'onde sur les ailettes, la tôle glissant sous les guides de flancs.

Phase 4 - Déboitage de la bande et repositionnement pour reprendre à la phase 1.

30 Suivant l'importance de la série et la grandeur des plaques, l'outil de presse peut comporter le nombre de matrices nécessaires pour exécuter toutes les persiennes, puis tous les décaissements en une seule descente.

Le cisailage des plaques suivant le nombre de décaissements prévus, se fera à suivre.

35 Les opérations de dégraissage, d'assemblage, brasage, ou soudure, ou collage, dépendent de la nature du matériau constituant les plaques, et des applications prévues; ces matériaux peuvent être, notamment les suivants:

- Aluminium en épaisseur de 0,1 à 2 mm.



avec revêtement de brasure sur une face ou deux faces  
( type 3003- 4343 10% H 14 PECHINEY , par exemple ); outil  
de presseparfaitement poli pour éviter la détérioration de  
la couche de brasure, dégraissage, assemblage et maintien  
5 des plaques, dans un gabarit de serrage, puis brasage en  
une seule opération au bain de sel, ou au four sous vide,  
ou sous atmosphère neutre, pour des applications telles  
que :

10 . Convecteur de chauffage, représenté Fig.10 a et per-  
mettant de grandes surfaces d'échange, sous un faible vo-  
lume et à bas prix, avantageusement alimenté en fluide à  
basse température, mais permettant également l'alimentation  
en eau à la température classique de 90/70°. Les ailettes (4)  
peuvent comporter des persiennes (5) ou une ou plusieurs  
15 ondes Fig. 4 e. La jaquette (6) de ce convecteur forme une  
des deux plaques extrêmes de l'échangeur, permettant à cel-  
le-ci une émission de chaleur par convection et rayonnement  
l'autre plaque extrême (7) comporte les collecteurs princi-  
paux aller et retour (9) avec manchons de raccordement A et  
20 R et purge d'air Fig. 10 b. La jaquette (6) est munie de  
deux barrettes sur la face arrière pour la fixation du con-  
vecteur, Fig.10 c, elle peut recevoir une grille (10) en  
partie haute, et une application de peinture cuite au four.  
A noter que l'avant dernière plaque, qui est brasée avec  
25 la plaque extrême formant la jaquette (6) , peut être d'é-  
paisseur renforcée pour une meilleure résistance à la pres-  
sion du liquide.

La configuration du corps de chauffe permet la dénomination  
de : " convecteur à plaques-ailettes " .

30 . Echangeur pour le réchauffage ou le refroidissement  
d'air en climatisation, récupération de chaleur ou pour  
d'autres gaz non corrosifs dans l'industrie.

. Radiateur de refroidissement ou de chauffage dans le  
domaine de l'automobile.

35 - Acier ou cuivre, ou leurs alliages respectifs  
notamment l'acier inoxydable, en épaisseur de 1/10 à 1mm  
par exemple, avec brasure en pâte à base de cuivre, ou  
d'alliage cuivreux, ou brasures spéciales, appliquée méca-

niqument dans la zone de contact des plaques, avant les opérations d'assemblage et de maintien des plaques, le brasage étant réalisé au four sous atmosphère neutre, pour les applications telles que :

- 5     .Echangeur pour air ou gaz à haute température, ou corrosif, avec primaire tel que : eau, huile ou autre liquide.  
      .Récupérateur de chaleur sur fumée etc..

- Acier étamé, le brasage étant assuré par la couche d'étain dans le bain d'étamage.

- 10     - Acier ou aluminium ou cuivre, ou leurs alliages respectifs, protégé par application d'un film plastique sur les deux faces, notamment ( polyéthylène ou polypropilène de faible épaisseur : 50 à 200 microns par exemple ), après assemblage et maintien des plaques, les films plastiques  
15     sont soudés entre eux au niveau des surfaces de contact des plaques, par circulation d'air chaud dans le circuit liquide de l'échangeur, à une température qui est fonction de la nature de la matière plastique utilisée.

- 20     Les films plastiques peuvent également être soudés par un procédé à ultrasons ou être collés.

- .La protection des plaques peut également être assurée par un vernis , notamment à base de résine époxy, ou polyester, ou acrylique, appliqué sur les 2 faces par trempage avant assemblage des plaques ou après leur assemblage, le  
25     verniss assurant le collage des plaques entre elles, leur protection anti-corrosion, et l'étanchéité des circuits liquide/gaz.

- Les réactions dues à la pression qui tendent à écarter les plaques peuvent être équilibrées par un système de tiges et de contre-plaques réalisées en tôle pliée  
30     suivant un exemple représenté Fig.11. Ces échangeurs à plaques-ailettes composites avec matière plastique, ont une application pour le réchauffage ou le refroidissement d'air ou de gaz corrosifs, pour des températures compatibles avec la matière constituant la protection, généralement inférieure à 100° .  
35

9  
RE V E N D I C A T I O N S

1 - Echangeur de chaleur avec circulation à contre-courant adapté principalement pour les échanges thermiques entre liquide et gaz, caractérisé en ce qu'il est constitué exclusivement d'un empilage de plaques formées par emboutissage, que ces plaques présentent une suite de parties en décaissement (1) formant les canaux du circuit liquide (2) et qui alternent avec des parties planes formant les ailettes du circuit gaz (4), que ces décaissements (1) présentent un angle de dépouille ( $\alpha$ ) sur leurs côtés latéraux, qu'ils s'emboîtent sur une profondeur limitée par cet angle de dépouille, en sorte que leurs côtés latéraux assurent : le maintien de l'écartement des plaques, la séparation des circuits liquide/gaz, d'où résulte, d'une part, la formation des canaux du circuit liquide (2) dans les intervalles produits entre les fonds des décaissements (1), et d'autre part, la formation des canaux du circuit gaz (3) dans les intervalles produits entre les ailettes (4), et enfin que les dits côtés latéraux assurent la surface de contact entre les plaques permettant l'assemblage étanche de l'ensemble, par une opération simple de brasage, soudure ou collage suivant la nature des matériaux constituant les plaques.

2 - Echangeur de chaleur selon la revendication (1) caractérisé en ce que les parties planes des plaques, alternant avec les décaissements (1), constituent les ailettes (4) de dissipation ou de réception de chaleur dans le circuit gaz (3), qu'elles peuvent être lisses, ou comporter des persiennes (5), destinées à améliorer le rendement et réduire les contraintes de dilatation, que le plan de ces persiennes peut être parallèle au plan des plaques, ou présenter un angle d'incidence, que les ailettes (4) peuvent comporter simplement des ondulations parallèles aux canaux et obtenues dans l'opération d'emboutissage.

3 - Echangeur de chaleur selon les revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la profondeur des décaissements (1) peut être augmentée, de façon à ce que l'emboîtement se fasse sur une longueur supérieure au pas d'écartement des plaques, afin d'obtenir un chevauchement des côtés latéraux des décaissements créant une paroi

multi-épaisseur brasée, soudée ou collée et frettée par les plaques elles-mêmes, afin d'augmenter la résistance à la pression du circuit liquide (2), particulièrement dans les cas avec plaques de faible épaisseur, par exemple  
5 de 0,1mm.

4 - Echangeur de chaleur selon les revendications 1,2 et 3, caractérisé en ce que l'alimentation en liquide des canaux est assurée par des orifices (8) situés à chaque extrémité des décaissements, que ces orifices sont obtenus dans l'opération d'emboutissage des  
10 décaissements et qu'ils constituent les collecteurs secondaires (8) Aller et Retour du circuit liquide; et en ce que les fonds des canaux (2) constituent des ailettes de dissipation ou de réception de chaleur dans le circuit  
15 liquide.

5 - Echangeur de chaleur selon les revendications 1,2,3 et 4, caractérisé en ce que toutes les plaques qui le constituent sont identiques, en dehors des 2 plaques extrêmes (6) et (7), que ces deux dernières comportent les collecteurs principaux (9) Aller et Retour du  
20 circuit liquide, que ces dits collecteurs peuvent être positionnés sur un seul côté ou sur les côtés opposés de l'échangeur, et qu'ils sont obtenus par emboutissage soit directement dans les plaques, soit dans les pièces rapportées et brasées sur ces plaques, et qu'ils sont munis des  
25 orifices de raccordement de l'échangeur; en ce que ces deux plaques extrêmes (6) et (7), constituent l'enveloppe de l'échangeur, soit à elles seules, avec un pliage et un bord retombé, pour former deux côtés par plaque, soit en  
30 association avec deux autres plaques munie chacune de deux bords retombés; que l'enveloppe ainsi créée revêt la configuration d'un gainage pouvant être muni aux deux extrémités, de moyens de fixation, notamment de brides pour son  
raccordement sur un réseau de gaines de ventilation, ou  
35 sur un appareil, notamment, en ce que la plaque (7) comporte des décaissements destinés à égaliser le dernier intervalle entre plaques, et à fretter les derniers canaux du circuit liquide.

6 - Application de l'échangeur de chaleur selon les revendications 1,2,3,4 et 5, à un convecteur de chauffage représenté Fig. 10 a,b,c, caractérisé en ce qu'il est réalisé entièrement en tôle d'aluminium avec revêtement de brasure sur 1 ou 2 faces, que le brasage est réalisé en une seule opération au bain de sel ou au four sous vide ou sous atmosphère neutre; en ce que sa jaquette (6) forme l'une des 2 plaques extrêmes de l'échangeur, solidarisée par brasage avec les autres plaques, qu'elle participe à l'émission de chaleur par convection et par rayonnement, et que l'autre plaque extrême (7) comporte les collecteurs principaux (9) Aller et Retour, avec manchons de raccordement et purge d'air; en ce que la jaquette est munie d'une grille amovible (10) en partie supérieure, et de 2 barrettes (11) sur la face arrière Fig.10 c, pour la fixation du convecteur, et qu'elle peut recevoir une application de peinture cuite au four;

7 - "Echangeur de chaleur selon les revendications 1, 2,3,4,5 et 6, caractérisé en ce qu'il est constitué uniquement de plaques dont la particularité est de réaliser avec une seule pièce, deux éléments distincts, tels que la plaque et l'ailette, que dans cette configuration les plaques agissent de 3 façons :

a) - Comme plaques séparatrices des deux fluides déterminant les canaux des deux circuits respectifs, et présentant notamment les avantages des flux à contre-courant, et la possibilité d'un contact long entre les fluides.

b) - Comme ailettes réceptrices ou dissipatrices de chaleur dans le circuit gaz et le circuit liquide, assurant la majeure partie de l'échange, avec notamment continuité de la conduction de la chaleur dans la masse des ailettes et des plaques qui sont d'une seule pièce.

c) - Comme éléments essentiels assurant, en association avec les 2 plaques extrêmes, toutes les fonctions nécessaires à l'élaboration de l'échangeur, afin d'améliorer l'efficacité de celui-ci et d'en diminuer le coût.

8 - Echangeur de chaleur selon les revendications 1,2,3,4,5,6 et 7, caractérisé en ce que le contact entre les décaissements pour le maintien de l'écartement des plaques, peut se faire sur les arrondis intérieurs et extérieurs de ceux-ci.

9 - Procédé de fabrication d'un échangeur de chaleur selon les revendications 1,2,3,4,5,6,7 et 8, caractérisé en ce que les plaques-aillettes sont réalisées par emboutissage sur presse automatique à partir de tôle en bobine d'épaisseur de 0,1 à 2mm, notamment avec un "Outil à suivre" équipé d'un positionneur ou avec un outil comportant toutes les matrices nécessaires pour l'exécution de la plaque en une seule descente;

- en ce que l'appel de matière pour l'emboutissage du décaissement est compensé par la réduction d'amplitude des persiennes, ou de l'ondulation sur la partie formant l'aillette, la tôle glissant sous les guides de flancs.

- en ce que la tôle utilisée peut être en aluminium revêtu d'origine d'une pellicule de brasure sur une ou sur les 2 faces( exemple type 3003 -4343-10% H14 PECHINEY), le brasure de l'ensemble de l'échangeur étant réalisé en une seule opération, au bain de sel ou au four sous vide ou sous atmosphère neutre; les pièces étant maintenues dans un gabarit de serrage pour des applications telles que : convecteurs, échangeur pour le chauffage ou le refroidissement d'air notamment.

- en ce que la tôle utilisée peut être, notamment en acier inoxydable, ou en cuivre avec brasure en pâte à base notamment de cuivre ou d'alliage cuivreux, appliqué mécaniquement dans la zone de contact des plaques, le brasage étant réalisé au four sous atmosphère neutre ; pour des applications telles que , échangeur sur gaz à haute température, tel que fumées, notamment.

- en ce que la tôle peut être en acier, étamée, le brasage étant assuré par la couche d'étain dans le bain d'étamage.

- en ce que la tôle peut être en acier, en aluminium, en cuivre, ou leurs alliages respectifs, les plaques étant

protégées par application d'un film de matière plastique sur les deux faces, notamment Polyéthylène ou Polypropylène, de faible épaisseur : 50 à 200 microns par exemple, après assemblage et maintien des pièces, les films plastique étant soudés entre eux au niveau des surfaces de contact des plaques, notamment au moyen d'une circulation d'air chaud dans le circuit liquide, et à une température compatible avec la matière plastique utilisée ; les films pouvant également être collés.

- 5
- 10 - en ce que la protection des plaques peut également être assurée par un vernis, notamment à base de résine époxy, ou polyester, ou acrylique, appliqué sur les deux faces, par trempage avant assemblage des plaques ou après leur assemblage, le vernis assurant le collage des plaques
- 15 entre elles, leur protection anti-corrosion, et l'étanchéité des circuits liquide/gaz. Application à des échangeurs pour gaz corrosifs à une température  $< 100^{\circ}$ , notamment.

- en ce que, suivant les cas, les réactions dues à la pression du liquide tendant à écarter les plaques, peuvent être compensées par un système de tiges et de contre-plaques en tôle pliée, (notamment, Fig. 11)
- 20

1/3

Fig. 1

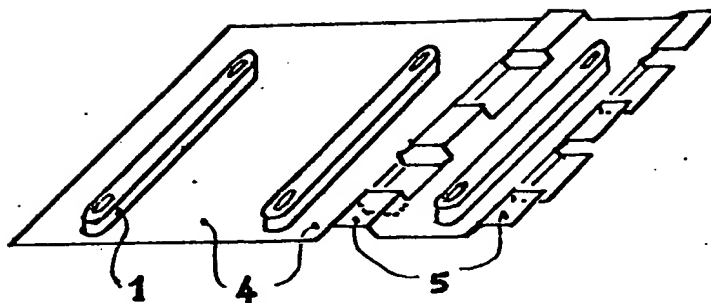


Fig. 2

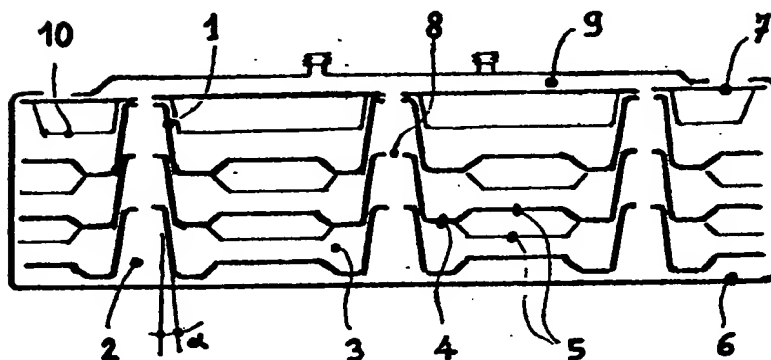


Fig. 3

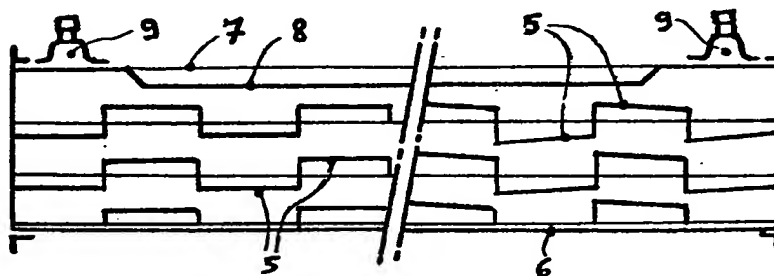


fig. 4a



fig. 4c



fig. 4b

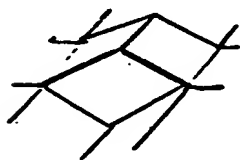


fig. 4d



fig. 4e





2/3

Fig. 6

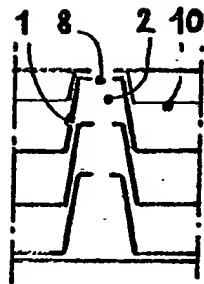
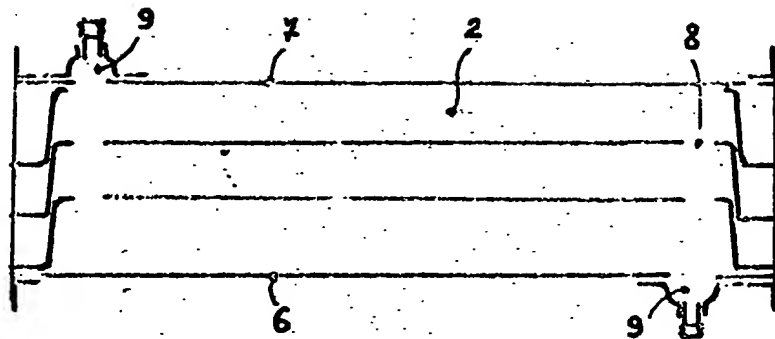


Fig. 5

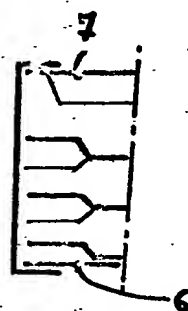


Fig. 7

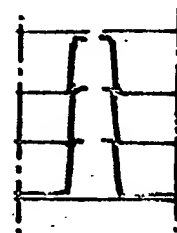
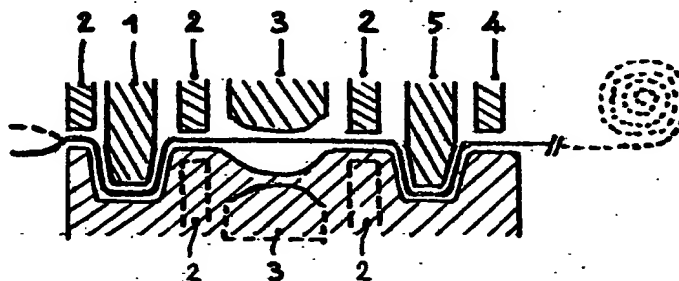


Fig. 8

Fig. 9



3/3

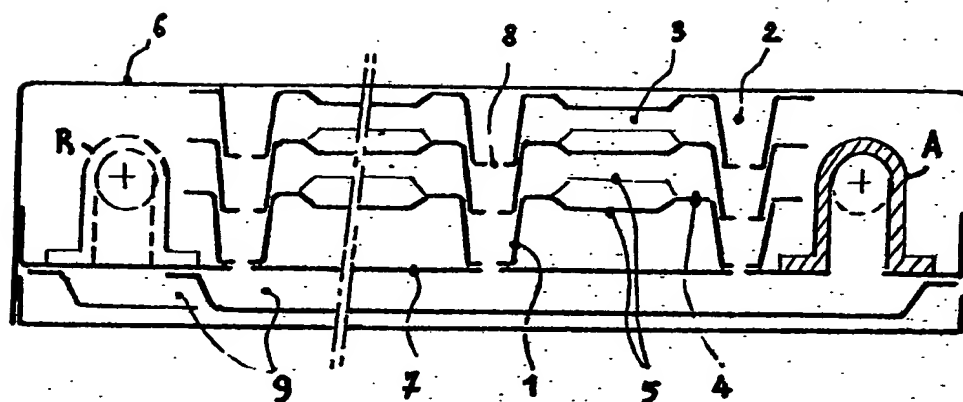


Fig. 10 a

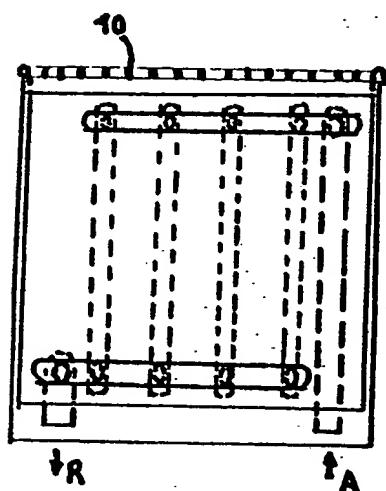


Fig. 10 b

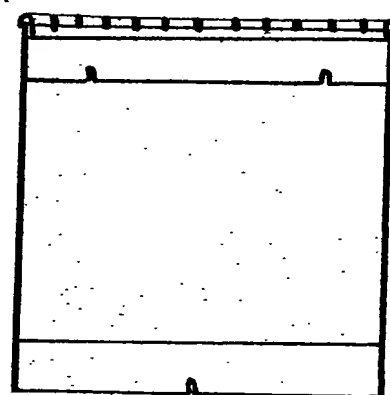


Fig. 10 c

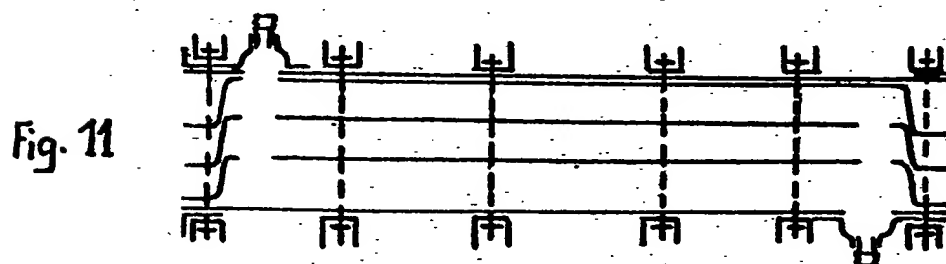


Fig. 11